

Spółka pod nazwą EXATEL S.A. z siedzibą w Warszawie ul. Perkuna 47 (zwana dalej „Zamawiającym” lub „EXATEL”) w nawiązaniu do zapytania ofertowego dot. **zakupu usługi badania stanu techniki / Konkurs Ofert nr 22/2026**, informuje, iż do Zamawiającego wpłynęło pytanie do postępowania. Pytanie Oferenta oraz odpowiedź Zamawiającego znajdują Państwo poniżej.

Pytanie nr 1:

„Ponieważ w konkursie musimy wskazać konkretną kwotę wykonania usługi, do jej poprawnego oszacowania potrzebowalibyśmy dokładniejszych materiałów opisujących rozwiązanie – czas i złożoność badania zależą od złożoności rozwiązania, dlatego do wycenienia potrzebny jest szczegółowy dokument opisujący rozwiązanie szerzej niż zarys rozwiązania przesłany nam w wiadomości z 10 kwietnia 2026.

Czy byłoby Państwo w stanie dostarczyć taki dokument?”

Odpowiedź Zamawiającego na Pytanie nr 1:

Ważna informacja: Opis należy traktować jako wstępny, bo ostateczna koncepcja projektu i końcowy rezultat jest jeszcze w trakcie ustaleń, ale tematyka projektu pozostanie bez zmian.

Opis Projektu:

Celem projektu jest opracowanie architektury systemowej i technicznej, oraz rozwiązań softwareowych umożliwiających świadczenie przez Wnioskodawcę usług transportowych w modelu Network as a Service (NaaS), a także umożliwienie ich świadczenia innym operatorom telekomunikacyjnym. Takie usługi dają klientom (do których zaliczać się mogą m.in. mniejsi operatorzy) większą elastyczność i transparentność operatorską. Wyróżnikiem rozwiązania spośród analogicznych, dostępnych na rynku, będzie wirtualny router z mechanizmem dającym każdej jego instancji bezpośredni dostęp do układu sprzętowej akceleracji ruchu sieciowego urządzenia fizycznego. Zwiększy to istotnie wydajność przetwarzania ruchu (w porównaniu do dotychczasowych switchy wirtualnych), przy jednocześnie bardziej efektywnym (energetycznie i przepływnościowo) wykorzystaniu zasobów sprzętowych i światłowodowych. W ramach prac przygotowane zostanie rozwiązanie sprzętowe wirtualnego routera multi-tenantowego wraz z sieciowym systemem operacyjnym (NOS) dla urządzeń sieciowych typu whitebox. System NOS zawierać będzie warstwę umożliwiającą podział dostępnych portów urządzenia i związanych z nimi funkcji sieciowych na pewną liczbę domen. Towarzyszyć temu będą rozwiązania separujące ruch z poszczególnych domen w warstwie transportowej, oraz warstwa sterowania i konfiguracji zrealizowana jako sterownik SDN, wraz z interfejsem graficznym i programowym. Ten rodzaj wirtualizacji umożliwi rozwinięcie nowego modelu świadczenia usług telekomunikacyjnych w domenie optycznej - dzierżawę wirtualnie wydzielonej części fizycznej infrastruktury przełącznikowej wraz częścią pasma przesyłowego. Ten model nadaje się szczególnie dobrze do rozbudowanych urządzeń typu disaggregated switch i w połączeniu z usługami typu NaaS, oraz pozwoli małym i średnim operatorom komunikacyjnym na zwiększenie zakresu oferowanych usług i konkurencyjności.

Opis Innowacyjności

Koncepcja Open Networking cieszy się w telekomunikacji coraz większym zainteresowaniem. Wysokie ceny i monopolistyczne praktyki dostawców tradycyjnych, monolitycznych urządzeń sieciowych (zgodnych ze sobą w ramach rodzin produktowych i z zamkniętym oprogramowaniem) sprawiają, że wielu operatorów zaczyna wdrażać do swoich sieci i centrów danych rozwiązania otwarte. To tzw. urządzenia typu whitebox, które w połączeniu z dedykowanym sieciowym systemem operacyjnym (NOS, open source lub komercyjne) tworzą pełnoprawne urządzenie sieciowe. Duża różnorodność tych urządzeń, wspieranych standardów sieciowych, oraz dostępność zróżnicowanego funkcjonalnie oprogramowania NOS sprawiają, że staje się możliwe zaspokojenie wielu wymagań, których nie spełniają urządzenia tradycyjne, będąc jednocześnie bardziej optymalne finansowo i dywersyfikując dostawców.

Drogą tą, jako jeden z pierwszych operatorów telekomunikacyjnych na świecie, poszedł także EXATEL uruchamiając w 2018 roku projekty badawcze mające na celu wdrożenie do swojej sieci rozwiązań wykorzystujących filozofię sieci definiowanych programowo (SDN - Software Defined Networking). Dziś sieć SDN bazująca m. in. na urządzeniach whitebox oraz własnych rozwiązaniach softwareowych uruchomiona jest już w kilkudziesięciu węzłach w całej Polsce, świadczona są poprzez nią pierwsze usługi, rozplanowany jest jej dalszy rozwój i przynosi ona wymierne korzyści dla EXATEL. Pokazuje to, że modele operacyjne oparte na idei open networking mogą być komercyjnie opłacalne, zapewniać bezpieczeństwo operacyjne i w pełni zaspokajać potrzeby operatorów i ich klientów, a dodatkowo pozwalają na wprowadzanie innowacji technologicznych (takich jak SDN) szybciej niż dostawcy rozwiązań tradycyjnych.

W trakcie prac z urządzeniami whitebox wyposażonymi w sprzętową akcelerację przetwarzania ruchu sieciowego (chipy ASIC) zespół R&D EXATEL zauważył możliwość zastosowania ich do odciążenia węzłów kolokacyjnych, punktów wymiany ruchu, czy centrów danych z nadmiernej ilości urządzeń sieciowych wstawianych tam przez operatorów i ich klientów. Szerzej opisano to w sekcji "Problem badawczy/technologiczny". Problemy te mogłyby rozwiązać urządzenia sieciowe wyposażone w oprogramowanie umożliwiające uruchamianie na nich izolowanych instancji wirtualnych routerów, z których każdy miałby dynamicznie zarządzalny dostęp do sprzętowych zasobów akceleracyjnych i obliczeniowych maszyny hostującej. Częścią tego rozwiązania musi też być odpowiedni kontroler sieciowy z interfejsem zarządczym, oraz mechanizmy separacji ruchu sieciowego z poszczególnych instancji tak, by wirtualne routery widziane były przez ich użytkowników tak jak fizyczne urządzenia operujące w swoim własnym otoczeniu sieciowym. Różnicą względem fizycznych urządzeń byłaby możliwość dynamicznego przydzielania im zasobów (routingowych, przepływnościowych) w zależności od bieżącego lub prognozowanego zapotrzebowania. Taki multi-tenantowy router, w którym poszczególni tenanci (czyli np. operatorzy dzierżawiący fragment fizycznego urządzenia) dysponują w pełni funkcjonalnym wirtualnym routerem mającym bezpośredni dostęp do zasobów akceleracyjnych jest główną innowacją produktową proponowaną w projekcie SDNextGen i według wiedzy EXATEL jest to innowacja w skali świata. Przewaga względem Cisco, Juniper czy Nokia, przejawia się przez większą kontrolę nad ich konfiguracją i dostosowywanie funkcjonalności do specyficznych wymagań. Wirtualizacja umożliwia bardziej elastyczne zarządzanie zasobami sieciowymi, umożliwiając szybkie skalowanie w górę lub w dół w zależności od potrzeb.

Istnieją i są powszechnie używane rozwiązania wirtualnych routerów takie jak Open vSwitch, czy VMWare NSX, jednak ich przeznaczenie jest inne. Ich celem jest wysoki poziom abstrakcji od sprzętu - możliwość uruchomienia tego samego oprogramowania zapewniającego funkcje sieciowe na wielu

platformach sprzętowych i systemach operacyjnych. Tym samym można je też uruchamiać na dużych, zaawansowanych routerach wyposażonych w chipy akceleracyjne (ASIC), w tym także na urządzeniach typu whitebox. Pozwala to uzyskać dużą elastyczność i powtarzalność procesów przy uruchamianiu nowych usług, upgradowaniu sieci itp. Jednak ten wysoki poziom abstrakcji sprawia też, że zasoby sprzętowe hostującego urządzenia nie są wykorzystane optymalnie, bo cały ruch pomiędzy każdą instancją routera wirtualnego a interfejsem fizycznym urządzenia zarządzany jest przez jego system operacyjny, który nie ma świadomości celów i priorytetów każdej z instancji, ani też mechanizmów do ich respektowania. Nie są także możliwe dynamiczne zmiany przydzielonych zasobów. W rozwiązaniu SDNextGen wirtualny router nie będzie warstwą aplikacyjną uruchamianą nad systemem operacyjnym, lecz integralną częścią samego systemu, bo tylko tak można zaimplementować bezpośredni dostęp poszczególnych instancji do mechanizmów akceleracji, jedynie poprzez "cienką" warstwę izolująco-zarządzającą zaimplementowaną w jądrze systemu, której zadaniem będzie rozwiązywanie konfliktów zasobów i dbanie o rozdzielność płaszczyzn danych. Przewagą rozwiązania SDNextGen nad Open vSwitch, czy VMWare NSX to większa izolacja pomiędzy wirtualnymi tenantami, oraz kontrola nad przydzielaniem zasobów akceleracyjnych.

Takie podejście może wydawać się nieelastyczne i zasadniczo jest to słuszny wniosek. Wymaga bowiem tworzenia osobnych wersji systemu na każdy typ urządzenia i chipa ASIC. Jednak tylko tak można połączyć użycie wielu wirtualnych, izolowanych routerów na jednym urządzeniu z pełnym wykorzystaniem możliwości przepływnościowych, routingowych, czy QoS. W praktyce różnice pomiędzy poszczególnymi portami NOS nie będą duże. Najwięcej pracy wymaga dostosowanie systemu do poszczególnych rodzin ASIC. W przewidywanych zastosowaniach SDNextGen przewidywana jest przede wszystkim jedna rodzina - Strata DNX firmy Broadcom (rozpatrzone będą też inne, oraz akceleracja przez FPGA z oprogramowaniem typu IP Core). Różnice pomiędzy reprezentantami tej rodziny nie są już tak pracochłonne w implementacji. Także ilość stosowanych urządzeń nie będzie musiała być duża. Szacuje się, że do pierwszych wdrożeń wystarczą 2-3 typy urządzeń whitebox różniące się wydajnością chipu ASIC i ilością portów fizycznych. Zatem kilka równoległe utrzymywanych wersji systemu operacyjnego przy stosunkowo niewielkich różnicach między nimi wydaje się niewielką ceną za możliwość niemal pełnego wykorzystania możliwości tych ultrawydajnych urządzeń sieciowych. "Niemał pełnego" dlatego, że wirtualizacja zawsze wiąże się z pewnym narzutem, będzie on jednak znacząco mniejszy niż dla istniejących wirtualnych routerów, a także mniejszy niż skala marnowania zasobów obliczeniowych, routingowych i kablowych w realnie spotykanych sytuacjach, w których operatorzy wstawiają do węzłów kolokacyjnych niejednorodne, przewymiarowane i wzajemnie dublujące się urządzenia. Niejako uboczną korzyścią z zastąpienia ich przez jednorodne urządzenia whitebox z wirtualnymi routerami będzie zmniejszenie zużycia energii i ciepła generowanego przez węzły telekomunikacyjne. Na rynku istnieje rozwiązanie multitenantowego routera Pluribus Networks dla centrów danych. Przewagą rozwiązania SDNextGen jest sieciowy system operacyjny dynamicznie przydzielający zasoby akceleracyjne, GUI sterujące tenantami oraz większa liczba możliwych platform sprzętowych (Pluribus oferuje tylko jedną).

Do wykorzystania możliwości multi-tenantowych routerów, poza badaniami opisanymi wyżej, potrzebne są też badania i rozwinięcie rozwiązań technicznych stanowiących docelowo ekosystem SDNextGen. Należą do nich:

- Architektura systemowo-techniczna ekosystemu, uwzględniająca warstwę transportową z izolacją ruchu sieciowego oraz warstwę sterowania instancjami wirtualnymi oraz slicingiem sieci.
- wirtualizacja dostępu do zasobów innych niż akceleracyjne (obliczeniowe, pamięć trwała i operacyjna, mechanizmy synchronizacji sieciowej, urządzenia zewnętrzne). Tu wykorzystane zostaną istniejące sprzętowe i softwareowe mechanizmy wsparcia wirtualizacji.

- algorytmy optymalizujące przydzielone tenantom zasoby w zależności od bieżącego i prognozowanego ruchu. W warstwie sterowania każdy router wirtualny będzie widoczny jako osobne urządzenie OpenFlow i tą drogą każdy tenant będzie nim sterował, natomiast każde urządzenie będzie przeprowadzać dodatkowe optymalizacje wewnętrzne. Rozwiązanie końcowe zaprojektowane zostanie zgodnie z filozofią SDN, co stanowić będzie kontynuację dotychczasowych badań przemysłowych Wnioskodawcy.
- Dostosowanie kontrolera sieci SDN Wnioskodawcy do obsługi nowych usług, co wymagać będzie implementacji zdalnego i zintegrowanego zarządzania wieloma wirtualnymi obiektami sieciowymi i hostującymi je urządzeniami fizycznymi. Efektem końcowym tych badań będzie skalowalny klaster kontrolerów.
- Optymalne algorytmy monitorowania pracy routerów wirtualnych w celu maksymalizacji użycia zasobów sprzętowych i zapewnienia wydajnych i elastycznych mechanizmów QoS. Jest to także zagadnienie kluczowe w kontekście rozliczania użytkowników w modelu NaaS.

Powyższe elementy dopełniające ekosystem SDNextGen stanowią innowację produktową ocenianą przez EXATEL na skalę krajową.

Opisywana innowacja produktowa jest ściśle powiązana z innowacją w procesach biznesowych. Model w którym operatorzy kolokacyjni, współdzielący infrastrukturę lub dający dostęp do centrów danych jedynie wynajmują miejsce w szafach i udostępniają łącza, zaś ich klienci (np. mniejsi operatorzy) wstawiają do nich swój sprzęt, zmieni się w taki, w którym to ci pierwsi inwestują w sprzęt sieciowy (urządzenia whitebox w ekosystemie SDNextGen) i dzierżawią swoim klientom części jego zasobów i infrastruktury kablowej. Przynosi to wielorakie korzyści obu stronom. Pierwsza zyskuje efektywnie wykorzystaną i łatwiej zarządzalną przestrzeń serwerową w lokalizacjach i mniejsze zużycie energii (wszystko to przekłada się na niższe koszty operacyjne). Musi ponieść większe nakłady inwestycyjne, lecz są to duże firmy, które mają takie możliwości, a nakłady te skompensowane będą z nawiązką dzięki większej liczbie klientów i niższym kosztom. Druga strona nie musi ponosić nakładów CAPEX, na rzecz cyklicznych kosztów OPEX (co przyciągnie m.in. wielu mniejszych operatorów do tego typu usług i umożliwi im rozwój, także geograficzny), nie musi ponosić kosztów zarządzania infrastrukturą techniczną, płaci wyłącznie za faktycznie wykorzystane zasoby, a jednocześnie może szybko je zwiększać i zmniejszać w zależności od bieżących potrzeb, zachowując przy tym pełną kontrolę nad usługami oferowanymi swoim klientom (końcowym użytkownikom sieci) i ich monitoringiem.

Taka zmiana paradygmatu i związana z nią zwiększona dostępność i niższy koszt usług kolokacyjnych nie tylko umożliwi rozwój mniejszych, działających lokalnie operatorów, ale także może wpłynąć na zmniejszenie kosztów usług dla użytkowników końcowych, gdyż dzięki temu wzrośnie konkurencyjna presja na działających na niektórych obszarach monopolistów (oferujących np. dostęp do internetu). Zmiana ta umożliwi też oferowanie usług kolokacyjnych podmiotom, które do tej pory się tym nie zajmowały, a posiadają potrzebną infrastrukturę techniczną (np. administracje budynków biurowych, kampusów, stref ekonomicznych). Nie będzie to bowiem wymagało od nich zwiększenia kompetencji technicznych, a jedynie nakładów inwestycyjnych. Co ważne zmiana ta nie musi odbywać się w sposób rewolucyjny, co stanowiłoby ryzyko. Węzły sieciowe i operatorzy wdrażający tę technologię i model biznesowy mogą istnieć równolegle z oferującymi usługi w modelu tradycyjnym, co sprzyja ewolucyjnemu charakterowi rozprzestrzeniania się technologii, daje czas na jej przyjęcie się i stopniowy rozwój. Jest to ważne z punktu widzenia EXATEL, którego strategią przedkłada wolniejszy, ale stabilne wdrażanie nowych technologii nad szybkie, ale ryzykowne zmiany - w takim modelu rozwijana jest sieć SDN i przynosi to wymierne efekty.